

Войцицький А. П.  
Нездведцька І. В.  
Мельничук В. В.  
Логвінов Г.С.

## КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ ТА ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Житомирський агротехнічний фаховий коледж**

**КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ**  
**ТА ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ**

**Навчально-методичний комплекс**

Навчальний посібник для студентів спеціальності  
141 “Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка”

Житомир  
2023

**УДК**

*Схвалено на засіданні навчально-методичної комісії Житомирського агротехнічного фахового коледжу  
Протокол № 6 від 15.06.2023 року.*

**Рецензенти:**

Рецензенти:

Граф М.С доктор філософії комп'ютерних наук,  
завідувачка кафедри комп'ютерних наук Державного  
університету «Житомирська політехніка»;

Ємець Б.В. к.т.н., викладач кафедри автомобільного  
транспорту Житомирського аграрно-технічного фахового  
коледжу..

Контрольно-вимірювальні прилади та основи метрології:  
Навчально-методичний комплекс : навчальний посібник для  
студентів спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка  
та електромеханіка” / А. П. Войцицький, І. В. Нездведцька, В. В.  
Мельничук, Г.С. Логвінов.– Житомир, 2023 –271с.

**ISBN**

Комплексне поєднання лекційного курсу з лабораторно-практичними та самостійними роботами, індивідуальних завдань, а також допоміжним матеріалом для організації освітнього процесу і орієнтовну навчальну програму дисципліни, все це – відповідає сучасним вимогам соціального замовлення на підготовку фахівців у енергетичній сфері електротехніки та електромеханіки.

Для студентів та педагогічних працівників закладів вищої та фахової передвищої освіти

**ISBN**

© Войцицький А. П.

© Нездведцька І. В.

© Мельничук В. В.

© Логвінов Г.С.

## ЗМІСТ

АБРЕВІАТУРИ І СКОРОЧЕННЯ	7
ПЕРЕДМОВА	8
Розділ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ	10
1.1 Нормативно-правова база	10
1.2 Форми організації навчання	13
1.2.1 Лабораторне заняття	15
1.2.2 Практичне заняття	16
1.2.3 Консультація	17
1.2.4 Індивідуальна робота	17
1.2.5 Самостійна робота	19
1.2.6 Практична підготовка	20
1.2.7 Контрольні заходи	21
1.3 Навчальний час здобувача освіти	23
1.4 Форми навчання	24
1.5 Науково-методичне забезпечення освітнього процесу	25
Розділ 2 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ «КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ ТА ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ»	27
2.1 Структура та характеристика навчальної дисципліни «Контрольно-вимірювальні прилади та основи метрології»	27
2.2 Теоретичні заняття (лекції)	32
2.3 Орієнтований перелік тем лабораторних робіт	34
2.4 Орієнтований перелік тем практичних робіт	34
2.5 Самостійна робота	34
2.6 Критерії та шкала оцінювання знань та умінь здобувачів освіти	36
Розділ 3 ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС	40
3.1 Методичні рекомендації з питань підготовки та проведення лекцій	40
3.2 Лекційний матеріал	42
Модуль 1 Основи метрології	41
Лекція 1 МЕТРОЛОГІЯ ЯК НАУКА ПРО ВИМІРЮВАННЯ. ФІЗИЧНА ВЕЛИЧИНА	
Лекція 2 Вимірювання. Похибки вимірювання	53
Лекція 3 ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ	64
Модуль 2 Основи теорії та конструкції вимірювальних	87

механізмів і прилад	
Лекція 4 ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПРИЛАДІВ	87
Лекція 5 ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТА КОНСТРУКЦІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ ПРИЛАДІВ	102
Лекція 6 ЕЛЕКТРОННІ АНАЛОГОВІ ТА ЦИФРОВІ ПРИЛАДИ	116
Лекція 7 ВИМІРЮВАННЯ СТРУМІВ, НАПРУТ ТА ПОТУЖНОСТІ	137
Лекція 8 ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНИХ ВЕЛИЧИН	155
Лекція 9 ВИМІРЮВАННЯ НЕЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН	165
Лекція 10 МЕТРОЛОГІЧНИЙ НАГЛЯД І ПОВІРКА ПРИЛАДІВ	181
Розділ 4 РОЗРАХУНКОВИЙ ПРАКТИКУМ З КУРСУ ДИСЦИПЛІНИ «КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ ТА ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ»	190
4.1 Організаційно-методичні передумови постановки та проведення лабораторно-практичних занять	190
4.2 Основні правила техніки безпеки при організації і виконанні лабораторних робіт	191
4.3 Розрахунково-графічний практикум	193
Розрахунково-графічна робота 1 Перевірка вибірки на відповідність нормальному закону розподілу	193
Розрахунково-графічна робота 2 Застосування критеріїв виявлення грубих похибок	196
Розрахункова робота 3 Визначення довірчого інтервалу де з довірчою ймовірністю знаходиться істинне значення величини, що вимірюється	200
Розрахункова робота 4 Опосередковані багаторазові вимірювання	202
Розрахункова робота 5 Нерівноточні вимірювання	203
Розрахункова робота 6 Розширення меж вимірювань напруги вольтметром	205
Розрахункова робота 7 Розширення меж вимірювань струму	206
Розрахункова робота 8 Вимірювання потужності постійного струму	207

Розрахункова робота 9 Вимірювання радіаційного фону	208
4.4 Лабораторний практикум (лабораторні роботи)	209
Робота 1 Вимірювання напруги та сили постійного струму аналоговими та цифровими приладами	209
Робота 2 Вимірювання опорів резисторів методом омметра	216
Робота 3 Вимірювання потужності в колах постійного струму	218
Робота 4 Вимірювання активної потужності в колах змінного струму	223
Робота 5 Вимірювання магнітної індукції і магнітного потоку колах постійного струму	228
Розділ 5 ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА	238
Розділ 6 САМОСТІЙНА РОБОТА	239
6.1 Загальні відомості	239
6.2 Самостійна робота для здобувач освіти денної форми навчання	239
6.3 Самостійна робота для здобувачів освіти заочної форми навчання	241
Розділ 7 ДІАГНОСТИКА ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ	242
7.1 Критерій оцінювання успішності	242
7.2 Орієнтовний перелік питань до заліку	244
7.3 Тести	247
ОСНОВНІ ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ	259
ДОДАТКИ	263
ОПРАЦЬОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА	269

## АБРЕВІАТУРИ І СКОРОЧЕННЯ

- ВНДІМ** – Всесоюзний науково-дослідний інститут метрології
- ВОК** – вимірювально-обчислювальний комплекс
- ВС** – вимірювальні сигнали
- ГКМВ** – Генеральна конференція з мір і ваги
- ГОСТ** – міждержавний стандарт СНД
- ГСЗУ** – галузевий стандартний зразок України
- ДК** – Державний класифікатор
- ДСВ** – Державна система забезпечення єдності вимірювання
- ДСЗУ** – Державний стандартний зразок України
- ДСТУ** – Державний стандарт України
- ЗВ** – засоби вимірювань
- ЗВТ** – технічний засіб вимірювання
- ІВС** – інформаційно-вимірювальна система
- ІЕС (МЕК)** – Міжнародна електротехнічна комісія
- ISO** – Міжнародна організація зі стандартизації
- ISO/IEC** – Міжнародні спільні стандарти
- МБМВ** – Міжнародне бюро мір і ваги
- МВВ** – методика виконання вимірювань
- МКМВ** – Міжнародний комітет мір і ваги
- МКРБ** – Модульна координація розмірів у будівництві
- МКРО** – Міжнародна комісія з радіологічних одиниць
- САК** – системи автоматичного контролю
- СЕН** – Європейський комітет стандартизації
- СЗ** – стандартний зразок
- СІ** – Міжнародна система одиниць фізичних величин
- СТД** – система технічної діагностики
- СУНС** – Система управління навколишнім середовищем
- УкрЦСМ** – Український центр стандартизації метрології
- ФВ** – фізична величина
- ХДНДІ** – Харківський державний науково-дослідний інститут
- ЦВП** – цифровий вимірювальний прилад

## ПЕРЕДМОВА

Сучасна система освіти передбачає надання здобувачу не тільки певних теоретичних знань й практичних навичок, але й розвитку творчих здібностей та активізації самостійної пізнавальної діяльності. Однією з складових сучасного освітнього процесу є надання здобувачеві певних можливостей і спрямувань для самостійного навчання. Для цього створюється низка навчально-методичних видань, що виконують низку функцій (комунікативну, інформаційну, пізнавальну, розвиваючу, виховну, організаційну, систематизуючу тощо), кожна з яких виконує свою роль за призначенням, характером та спрямуванням. Цільовим призначенням навчальних видань є забезпечення процесу навчання, сприяння засвоєнню знань в умовах певної освіти, підготовки та перепідготовки кваліфікації кадрів.

Навчально-методичний комплекс дисципліни (НМКД) – це система дидактичних засобів навчання з конкретної дисципліни, метою якої є повна реалізація освітніх і виховних завдань, сформульованих навчальною програмою дисципліни. НМКД можна також визначити як сукупність нормативних та навчально-методичних матеріалів у паперовій та/або в електронній формах, необхідних і достатніх для ефективного виконання студентами робочої програми навчальної дисципліни, передбаченої навчальним планом підготовки студентів відповідного освітнього ступеня за певною спеціальністю.

Дисципліна «Контрольно-вимірювальні прилади та основи метрології» належить до спеціальних профілюючих дисциплін, що забезпечує формування знань та вмінь, які необхідні для практичного застосування при проведенні етапів вимірювань електричних, магнітних та неелектричних величин, а можливість їх вимірювання електричними засобами вимірювань й передачі вимірювальної інформації на відстань – все це надає зазначеним вимірюванням особливу роль в метрології та метрологічній діяльності.

Великий вклад у становлення сучасної метрології як науки внесли відомі вчені: Б. С. Якобі, В. Я. Струве, А. Я. Купфер,



В. С. Глухов, Д. І. Менделєєв, Н. Г. Єгоров, Л. В. Залуцький, Л. І. Кременчуцький, Б. І. Руденко, І. П. Глибін та ін. Особливо слід підкреслити значну роль Д. І. Менделєєва у розвитку метрології. Його роботи з вимірювання маси і температури, а також щодо впровадження метричної системи залишаються актуальними і сьогодні.

Найбільшого розмаїття електровимірювальних приладів досягнуто в енергетиці, де без їх застосування була б неможливою робота сучасних електричних станцій, де нормальна дія кожного енергоблоку може підтримуватись персоналом лише на основі аналізу інформації, що надходить від багатьох десятків (а іноді й сотень) приладів, які контролюють безліч параметрів станції. При цьому чи не найбільша частина цих електричних приладів контролює неелектричні величини.

Навчальна дисципліна “Контрольно-вимірювальні прилади та основи метрології” є базовою в структурі професійно-орієнтованих дисциплін для підготовки фахівців в галузі електроенергетики.

*Мета навчального посібника* – надати основних знань здобувача освітнім з теоретичних й правових основ метрології та практичного використання вимірювальної техніки.

## Розділ I

# ОРГАНІЗАЦІЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

### 1.1 Нормативно-правова база

Організація освітнього процесу у закладах освіти II-IV рівнів акредитації здійснюється відповідно до Конституції України, Закону України «Про освіту», нормативно-правових актів Міністерства освіти і науки України, Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти, а також на підставі внутрішніх нормативно-правових документів закладу освіти (положення про організацію освітнього процесу, освітньо-професійної програми тощо).

Організація освітнього процесу здійснюється навчальними підрозділами закладу освіти (факультетами, кафедрами, відділеннями, предметними або цикловими комісіями тощо).

*Стандарт освіти* – це нормативний документ, що визначає вимоги до компетентностей та результатів навчання здобувача освіти відповідного рівня; загальний обсяг навчального навантаження здобувачів освіти; термін навчання, форми атестації тощо.

*Освітня (освітньо-професійна, освітньо-наукова) програма* – єдиний комплекс освітніх компонентів (навчальних дисциплін, індивідуальних завдань, практик, контрольних заходів тощо), спрямованих на досягнення передбачених такою програмою результатів навчання, що дає право на отримання визначеної освітньої або освітньої та професійної (професійних) кваліфікації (кваліфікацій). Освітня програма може визначати єдину в її межах спеціалізацію або не передбачати спеціалізації.

На рівнях вищої освіти освітня програма визначає вимоги до рівня освіти осіб, які можуть розпочати навчання за цією програмою, перелік освітніх компонентів і логічну послідовність їх вивчення, кількість кредитів, необхідних для виконання цієї програми, а також очікувані програмні

результати навчання (компетентності), якими має оволодіти здобувач відповідного ступеня вищої освіти.

Основним нормативним документом, що визначає організацію освітнього процесу в конкретному напрямку освітньої або кваліфікаційної підготовки, є навчальний план.

*Навчальний план* – це нормативний документ закладу освіти, який складається на підставі освітньо-професійної програми та структурно-логічної схеми підготовки і визначає перелік та обсяг нормативних і вибіркового навчальних дисциплін, послідовність їх вивчення, конкретні форми проведення занять та їх обсяг, графік освітнього процесу, форми та засоби проведення поточного і підсумкового контролів.

Навчальний план складається проектною групою відповідної спеціальності та відповідного ступеня освіти в межах закладу освіти і затверджується керівником закладу. Для конкретизації планування освітнього процесу на кожний навчальний рік складається робочий навчальний план.

Зміст навчання складається з двох частин – обов'язкової та вибіркової. Перелік та обсяг обов'язкових навчальних дисциплін встановлюються освітньо-професійною програмою. Дотримання їх найменування та обсягів є обов'язковим для закладу освіти.

Вибіркові навчальні дисципліни, обсяг яких повинен складати не менше 25 % від загальної кількості годин освітньо-професійної програми, встановлюються або закладом освіти (проектною групою), або здобувачем освітнього ступеня. Вибіркові навчальні дисципліни вводяться для задоволення освітніх і кваліфікаційних потреб здобувача, ефективного використання можливостей і традицій конкретного навчального закладу, регіональних потреб тощо.

Вибіркові навчальні дисципліни, введені вищим навчальним закладом в освітньо-професійну програму підготовки і включені до навчального плану здобувача освіти, є обов'язковими для вивчення.

Місце і значення навчальної дисципліни, її загальний зміст та вимоги до знань і вмінь визначаються навчальною програмою дисципліни.

Для кожної навчальної дисципліни, яка входить до освітньо-професійної програми підготовки, на підставі навчальної програми дисципліни та навчального плану закладом освіти складається робоча навчальна програма дисципліни.

*Робоча програма навчальної дисципліни* – нормативний документ закладу освіти, у якому викладаються конкретний зміст навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та її обсяг, визначаються форми й засоби поточного й підсумкового контролю, критерії оцінювання. Робочу програму навчальної дисципліни можна використовувати як альтернативу силабусу.

*Силабус* – нормативний документ закладу освіти, який включає в себе опис навчальної дисципліни, мету та завдання, змістові модулі та найменування тем занять, завдання до самостійної роботи, вимоги викладача, критерії оцінювання, список використаної літератури. На відміну від робочої програми навчальної дисципліни, силабус – це документ, орієнтований на здобувачів освіти й абітурієнтів, у якому використовуються визначення й терміни, зрозумілі для них.

Структурні складові робочої навчальної програми дисципліни:

- перелік компетентностей, якими повинен оволодіти здобувач освіти в процесі вивчення дисципліни;
- тематичний план;
- форми і засоби проведення поточного та підсумкового контролю;
- перелік рекомендованої навчально-методичної літератури та інформаційних ресурсів.

Навчання здобувача освіти здійснюється за індивідуальним навчальним планом.

*Індивідуальний навчальний план здобувача освіти* складається на підставі робочого навчального плану і включає

всі обов'язкові навчальні дисципліни та частину вибіркових навчальних дисциплін, вибраних студентом з обов'язковим урахуванням структурно-логічної схеми підготовки. Індивідуальний навчальний план складається на кожний навчальний рік і затверджується в порядку, встановленому закладом освіти.

Індивідуальний навчальний план розробляється з урахуванням особистих освітньо-професійних інтересів і потреб здобувача освіти, послідовність вивчення навчальних дисциплін і проходження практик, обсяг навчального навантаження (усі види навчальної діяльності), типи індивідуальних завдань (курсіві та кваліфікаційні роботи/проекти), результати оцінювання (поточний і семестровий контроль знань, атестацію здобувача освіти).

За відповідність рівня підготовки здобувача освіти до вимог державних галузевих стандартів освіти відповідають посадові особи закладу освіти відповідно до їхніх функціональних обов'язків.

За виконання індивідуального навчального плану відповідає студент.

*Графік освітнього процесу* – це нормативний документ закладу освіти, який визначає календарні терміни теоретичного навчання, практичної підготовки, семестрового контролю (екзаменаційних сесій), підготовки кваліфікаційних робіт, атестації здобувачів освіти, канікул тощо. Графік освітнього процесу складається на навчальний рік і затверджується керівником закладу освіти.

## **1.2 Форми організації навчання**

Заклад освіти надає здобувачам можливість користування навчальними приміщеннями, бібліотеками, навчальною, навчально-методичною і науковою літературою, обладнанням, устаткуванням та іншими засобами навчання на умовах, визначених правилами внутрішнього розпорядку.

Освітній процес в закладах освіти II-IV рівнів акредитації здійснюється у таких формах: навчальні заняття, виконання

індивідуальних завдань, самостійна робота, практична підготовка, контрольні заходи, атестація.

Основні види навчальних занять:

- лекція;
- лабораторне, практичне, семінарське, індивідуальне заняття;
- консультація.

Інші види навчальних занять визначаються у порядку, встановленому закладом освіти.

*Лекція* – основна форма проведення навчальних занять у вищому навчальному закладі, призначених для засвоєння теоретичного матеріалу. Як правило, лекція є елементом курсу лекцій, який охоплює основний теоретичний матеріал окремої або кількох тем навчальної дисципліни. Тематика курсу лекцій визначається робочою навчальною програмою.

Можливе читання окремих лекцій з проблем, які стосуються даної навчальної дисципліни, але не охоплені навчальною програмою. Такі лекції проводяться для здобувачів освіти або працівників закладу освіти в окремо відведений час висококваліфікованими фахівцями, які мають значний досвід наукової, науково-методичної та практичної діяльності.

Лектор, якому доручено читати курс лекцій, зобов'язаний перед початком відповідного семестру подати на кафедру (предметну або циклову комісію) силабус навчальної дисципліни і складений ним навчально-методичний комплекс дисципліни (НМКД), який має містити: конспект лекцій (авторський підручник, навчальний посібник); контрольні завдання для проведення підсумкового контролю, передбаченого навчальним планом і програмою для даної навчальної дисципліни та інші відповідні компоненти НМКД. Лектору, який вперше претендує на читання курсу лекцій, може бути запропоновано завідувачем кафедри (гарантом освітньої програми, головою предметної або циклової комісії) проведення пробних лекцій за участю кваліфікованих науково-педагогічних співробітників кафедри (циклової комісії).

Лектор зобов'язаний дотримуватися навчальної програми щодо тем лекційних занять, але не обмежується в питаннях

## Додаток Г

Співвідношення між одиницями  
(градусами) різних шкал

Одиниця	К	°C	°F	°Rank	°R
Кельвін, К	1	1	1,8	1,8	0,8
Градус Цельсія, °C	1	1	1,8	1,8	0,8
Градус Фаренгейта, °F	0,556	0,556	1	1	0,445
Градус Ренкіна, °Ra	0,556	0,556	1	1	0,445
Градус Реомюра, °R	1,25	1,25	2,25	2,25	1

## Додаток Д

## Одиниці атомної та ядерної фізики

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
		укр.	міжнар.	
Атомний номер (ат. н.)	$Z$	1	1	1
Число нейтронів	$N$	1	1	1
Масове число, число нуклонів	$A$	1	1	1
Магнітний момент частинки або ядра	$\mu$	$A \cdot m^2$	$A \cdot m^2$	$A \cdot m^2$
Гіромагнітне відношення	$\gamma$	$A \cdot m^2 / (Дж \cdot c)$	$A \cdot m^2 / (J \cdot s)$	$A \cdot c / кг$
g-Фактор атома або електрона	$g$	1		1
g-Фактор ядра чи ядерної частинки	$g$	1	1	1
Кутова частота Лармора	$\omega_L$	рад/с	rad/s	рад/с
Кутова частота прецесії	$\omega_N$	$c^{-1}$	$s^{-1}$	$c^{-1}$
Циклотронна кутова частота	$\omega_C$	рад/с	rad/s	рад/с

Орбітальне квантове число	$l, L$	1	1	1
Спінове квантове число	$s, S$	1	1	1
Спін	$S$	Дж·с	J·s	кг·м <sup>2</sup> /с
Квантове число повного моменту імпульсу	$j, J$	1	1	1
Квантове число ядерного спіну	$I$	1	1	1
Головне квантове число	$n$	1	1	1
Магнітне квантове число	$m, M$	1	1	1
Дефект маси	$\Delta m$	кг	kg	кг
Середній час життя (радіонукліда)	$\tau$	с	s	с
Активність (радіонукліда в джерелі)	$A$	Бк	Bq	с <sup>-1</sup>
Стала радіоактивного розпаду (радіонукліда)	$\lambda$	с <sup>-1</sup>	s <sup>-1</sup>	с <sup>-1</sup>
Період напіврозпаду радіонукліда	$T_{1/2}$	с	s	с



## ОПРАЦЬОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА

1. Метрологія та стандартизація : навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. / Р. М. Тріщ, Д. А. Янушкевич, М. В. Москаленко, О. Є. Малецька. – Харків : [б. в.], 2014. – 444 с.
2. Крилова Г.Д. Основи стандартизації, метрології: Підруч. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 2008. – 479 с.
3. Измерения электрических и неэлектрических величин / Н. Н.Евтихийев, Я. А. Купершмидт и др.; Под общ. ред. Н. Н. Евтихьева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
4. Спектор С. А. Электрические измерения физических величин. Методы измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 320 с.
5. Кузнецов В. А., Ялунина Г. В. Основы метрологии. – М.: Издательство стандартов, 1995. – 280 с.
6. Войцицький А. П., Фецишин Б. М., Борисюк Б. В. Методи і засоби вимірювання параметрів навколишнього середовища: навч. посібник. – Херсон: Олді-плюс, 2007. – 360 с.
7. Сергеев О.Г., Латишев М.В., Терегеря В.В. Метрологія, стандартизація, сертифікація. М.: Логос, 2004. – 560 с.
8. Войцицький А.П., Войцицький М.А. Технічні засоби обліку витрат енергоносіїв. навч. посіб. – Житомир: ЖНАЕУ, 2016. – 160 с.
9. Войцицький А.П., Нездвєцька І.В. Контрольно-вимірювальні прилади з основами метрології: навч. посіб. – Житомир: ЖНАЕУ, 2015. – 344 с.
10. Цюцюра, С. В. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація : навч. посіб. / С. В. Цюцюра, В. Д. Цюцюра. – 3-те вид., стер. – Київ : Знання, 2006. – 248 с.
11. Безвесільна О.М., Войцицький А.П., Сльнікова Т.О., Киричук Ю. В. Засоби вимірювання екологічних параметрів: Підручник. Житомир: ЖДТУ, 2009. – 509 с.

12. Нездвєцька І.В., Войцицький А.П., Цивенкова Н.М., Голубенко А.А. Метрологія та електричні вимірювання. Навчальний посібник. – Житомир: ЖНАЕУ, 2018. – 238 с.
13. Положення про порядок організації та проведення лекцій. URK: <https://vmurol.kr.ua/wp-content/uploads/pdf>
14. Впровадження інноваційних методик діагностики знань при підготовці фахівців інженерного профілю. / А.П. Войцицький, І.В. Нездвєцька. Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. – 2017. – № 1(87). – С. 49–54.
15. Votsitsky A. P., Nezdvetska I. V., Logvinov G. S, Melnichuk V. V. Improvement of the methodology of laboratory practices for the preparation of electrical engineering experts / ZHYTOMYR IVAN FRANKO STATE UNIVERSITY JOURNAL. PEDAGOGICAL SCIENCES, Volume 1 (100), 2020, Ukraine, Zhytomyr, pp.. 113-126.
16. Контрольно-вимірювальні прилади з основами метрології. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3749/1/Kontrolno-vymiriualni%20prylady-test.pdf>

## ВІДОМІСТЬ ПРО АВТОРІВ

**Войцицький Анатолій Павлович** доцент – викладач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки ЖАТФК. Автор і співавтор понад 125 наукових і навчально-методичних праць, у тому числі: 1 монографія, 10 підручників, 27 навчальних посібників, 2 авторські свідоцтва на винахід та дві типових програми тощо.

Наукові компетенції – спеціалізовані силові імпульсні пристрої, альтернативна енергетика та захист довкілля.

**Нездвецька Інна Володимирівна** к.т.н. доцент – завідувача кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки ЖАТФК. Автор та співавтор понад 60 наукових та навчально-методичних праць, у тому 1 підручник, 4 навчальних посібника, 1 патент на винахід та 1 – на корисну модель, 2 наукових публікації у періодичному виданні, яке включено до науко-метричних баз Scopus, рекомендованих МОН.

Сфера наукових інтересів: альтернативна енергетика, переробка продукції с.-г. виробництва.

**Логвінов Геннадій Степанович** – викладач вищої категорії, працює у ЖАТФК на посаді викладача спеціальних дисциплін кафедри «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Автор і співавтор 14 опублікованих науково-методичних праць, у тому числі 1 підручник, 5 фахових статей та один патент на корисну модель №22381/ЗУ/17 від 08.09.2017р.

Сфера наукових інтересів: силова енергетика.

**Мельничук Веніамін Володимирович** викладач вищої категорії кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки ЖАТФК. Автор і співавтор 16 опублікованих праць, у тому числі 1 підручник, 5 статей та ряд методичних розробок для виконання лабораторно-практичних робіт.

Сфера наукових інтересів: електротехнології, економіка та організація агроенергосервісу.

**НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ**

**Войцицький Анатолій Павлович  
Нездвецька Інна Володимирівна  
Мельничук Веніамін Володимирович  
Логвінов Геннадій Степанович**

**КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ  
ТА ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ**

**Навчальний посібник**

Оригінал-макет Нездвецька Інна Володимирівна  
Дизайн обкладинки Войцицький Анатолій Павлович



**Войцицький А. П**



**Нездвецька І. В.**



**Логвінов Г.С**



**Мельничук В. В**